

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/JP2005/018661

International filing date: 07 October 2005 (07.10.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-300318  
Filing date: 14 October 2004 (14.10.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 November 2005 (17.11.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2004年10月14日

出願番号 Application Number: 特願2004-300318

パリ条約による外国への出願に用いる優先権の主張の基礎となる出願の国コードと出願番号

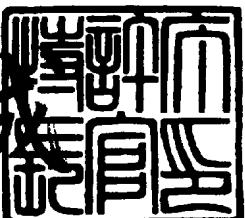
The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is

出願人 Applicant(s): アンリツ株式会社  
松下電器産業株式会社

2005年11月2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

中嶋誠



【書類名】 特許願  
【整理番号】 101796  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 G01S 13/00  
【発明者】  
  【住所又は居所】 神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内  
  【氏名】 手代木 扶  
【発明者】  
  【住所又は居所】 神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内  
  【氏名】 内野 政治  
【発明者】  
  【住所又は居所】 神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内  
  【氏名】 斎藤 澄夫  
【発明者】  
  【住所又は居所】 神奈川県厚木市恩名1800番地 アンリツ株式会社内  
  【氏名】 江島 正憲  
【特許出願人】  
  【識別番号】 000000572  
  【氏名又は名称】 アンリツ株式会社  
【特許出願人】  
  【識別番号】 000005821  
  【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
  【識別番号】 100079337  
  【弁理士】  
  【氏名又は名称】 早川 誠志  
  【電話番号】 03-3490-4516  
【手数料の表示】  
  【予納台帳番号】 043443  
  【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
  【物件名】 特許請求の範囲 1  
  【物件名】 明細書 1  
  【物件名】 図面 1  
  【物件名】 要約書 1  
  【包括委任状番号】 9712293

## 【書類名】特許請求の範囲

### 【請求項 1】

短パルス波を空間へ放射する送信部（21）と、前記空間に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ（31）により受信し、検波回路（33）によって検波する受信部（30）と、前記受信部の出力に基づいて、前記空間に存在する物体の解析処理を行う信号処理部（40）と、前記信号処理部の解析結果に基づいて、前記送信部および受信部の制御を行う制御部（50）とを有する短パルスレーダにおいて、

前記受信部の検波回路が、

前記受信アンテナで受信された信号を同相分岐する分岐回路（34）と、

前記分岐回路によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器（35）と、

前記線形乗算器の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ（36）とによって構成されていることを特徴とする短パルスレーダ。

### 【請求項 2】

前記線形乗算器がギルバートミキサで構成されていることを特徴とする請求項1記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 3】

前記受信部は、

前記検波回路の出力信号に対する積分を行い、その積分結果を保持出力するサンプルホールド回路（37）を有していることを特徴とする請求項1または請求項2記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 4】

前記制御部が、前記サンプルホールド回路の積分開始タイミングおよび積分時間を前記信号処理部の処理結果に基づいて可変制御することを特徴とする請求項3記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 5】

前記サンプルホールド回路が複数設けられ、該各サンプルホールド回路が、前記検波回路の出力信号に対してそれぞれ異なる期間の積分を行うことを特徴とする請求項3または請求項4記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 6】

前記送信部には、前記短パルス波を増幅する電力増幅器（25）が設けられ、

前記受信部には、前記受信アンテナで受信された信号を増幅するLNA（32）が設けられ、

前記制御部は、前記検波回路に入力される信号のレベルが前記線形乗算器の線形動作範囲内となるように、前記電力増幅器とLNAの少なくとも一方の利得を制御することを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 7】

前記送信部には、所定幅のパルス信号を発生するパルス発生器（23）と、該パルス発生器からパルス信号が入力されている期間だけ発振動作して短パルス波を出し、パルス信号が入力されていない期間は発振動作を停止する発振器（24）とを有していることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 8】

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内に、前記送信部への電源供給を停止させることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7記載の短パルスレーダ。

### 【請求項 9】

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内で、且つ放射された短パルス波についての反射波を受信するための期間を

除く期間に、前記受信部への電源供給を停止させることを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8記載の短パルスレーダ。

#### 【請求項10】

前記受信部が、それぞれの受信アンテナを離間させた状態で2組設けられており、

前記信号処理部は、前記2組の受信部の出力信号に基づいて、前記空間に存在する物体の方向を解析することを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9記載の短パルスレーダ。

【書類名】明細書

【発明の名称】短パルスレーダ

【技術分野】

【0001】

本発明は、幅の狭いパルス波（短パルス波）を所定周期で空間に放射し、空間にある物体からの反射波を受信して検波し、その検波出力に基づいて空間にある物体の解析を行う短パルスレーダのうち、特に車載レーダや視覚障害者の歩行支援用レーダ等のために割り当てられている22～29GHzの準ミリ波帯（UWB）で用いる短パルスレーダを、簡易な構成で実現し、また低消費電力化するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

パルス波を用いて空間の物体を探査するパルスレーダは、基本的に図14に示す構成を有している。

【0003】

即ち、送信部11は、後述する制御部16から所定周期Tgで出力されるトリガ信号Gを受け、所定のキャリア周波数を有し、トリガ信号Gに同期した所定幅のパルス波Ptを生成して送信アンテナ11aを介して空間へ放射する。

【0004】

このパルス波Ptは空間1にある物体1aによって反射され、その反射波Prが、受信部12の受信アンテナ12aで受信されて、検波回路13によって検波される。

信号処理部15は、例えば送信部11からパルス波が送出されたタイミングを基準タイミングとし、受信部12から検波出力Dが出力されるタイミングや、その出力波形を求めて、空間1に存在する物体1aの解析を行う。制御部16は、信号処理部15の処理結果等に基づいて、送信部11および受信部12に対する各種制御を行う。

【0005】

なお、このようなパルスレーダの基本的な構成は、次の特許文献1、2に開示されている。

【0006】

【特許文献1】特開平7-012921号公報

【特許文献2】特開平8-313619号公報

【0007】

このような基本構成を有するパルスレーダのうち、近年実用化されつつある車載用のものとしては、ミリ波帯（77GHz）を用い、高出力で、遠距離の狭い角度範囲を探査して、衝突防止や走行制御等の高速走行時の支援を目的とするものと、準ミリ波（22～29GHz）を用い、低出力で近距離の広い角度範囲を探査し、死角補助、車庫入れ補助等、低速走行時の支援を目的とするものがある。

【0008】

この準ミリ波帯は、一般にUWB（Ultra Wide Band）と呼ばれ、車載レーダだけでなく、視覚障害者の歩行支援用レーダや近距離通信システム等にも使用される。

【0009】

UWBは広帯域であるので、レーダシステムにおいては、幅1ns以下の短パルスを用いることができ、距離分解能が高いレーダを実現できる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、このUWBを用いた短パルスレーダを実現するために、解決すべき種々の問題がある。

【0011】

その重要な問題の一つは、各種車両への組み込みや携帯利用などの点で、小型で低消費

電力が要求されるが、従来のパルスレーダではその要求に十分答えられないという点である。

#### 【0012】

即ち、従来のパルスレーダの受信部には位相情報が得られる点等から、検波回路13として、直交型の検波回路が用いられている。

#### 【0013】

この直交型の検波回路13は、図15に示すように、入力信号Sを0°分配器13aによって同相分岐して2つのミキサ13b、13cにそれぞれ入力し、ローカル信号Lを90°分配器13dによって互いに90度位相差のある信号に分けてそれぞれミキサ13b、13cに入力して、入力信号Sと混合する。なお、ローカル信号Lは、送信波の一部を分岐して用いられる。

#### 【0014】

そして、フィルタ13e、13fによってミキサ13b、13cの出力成分からベースバンド成分I、Qをそれぞれ抽出する。

#### 【0015】

このベースバンド成分I、Qに対する演算処理を行うことで、入力信号の強度、位相が把握できる。

#### 【0016】

このような直交型の検波回路では、2つのミキサ13b、13cが必要になるばかりでなく、その後に続く回路、例えばサンプルホールド回路やA/D変換器等も2系統必要となり、装置が複雑化しコスト高になる。

#### 【0017】

さらに、2つのミキサ13b、13cに十分な電力のローカル信号を供給する必要があり、そのための増幅器等が必要となり、装置全体が複雑化し、消費電力が大きくなる。

#### 【0018】

また、準ミリ波帯における90°分配器13dは、分布定数型で損失の少ない円環状のラットレス型が適当であるが、この構造の90°分配器13dはIC回路との集積化が困難で回路が大型化してしまう。

#### 【0019】

また、直交型の検波回路13で使用するローカル信号Lの周波数は受信周波数そのものであり、しかも、上記したように高レベルであるので、そのリーク成分が回り込んで受信されないように、厳重なシールドが必要となり、装置の小型化が困難となる。

#### 【0020】

一方、上記のように構成が複雑で電力消費が大きくなる直交型の検波回路を用いずに、パワー測定等で使用されているダイオードによるピーク検波回路を用いることも考えられるが、ピーク検波回路では、原理的に応答速度が低く、上記のような1ns以下の幅のパルスを検波することはできない。

#### 【0021】

また、ターゲットが金属板などのような高い反射率を有する場合には、送信パルス波形と反射して戻ってきた受信波形とが類似しており、前記したように送信波を分岐してローカル信号として用いる前述の直交型検波方式では、相関をとることにより高い感度でターゲットを検出できるが、人体などのように分散性をもつターゲットについては、受信パルスは長く尾を引き、波形も送信パルスのそれとは相違するため、相関出力が小さくなり、レーダの検知能力が低下するという問題があった。

#### 【0022】

本発明は、この問題を解決し、UWBで使用可能な小型で且つ消費電力が少ない短パルスレーダを提供することを目的としている。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0023】

前記目的を達成するために、本発明の請求項1の短パルスレーダは、

短パルス波を空間へ放射する送信部（21）と、前記空間に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ（31）により受信し、検波回路（33）によって検波する受信部（30）と、前記受信部の出力に基づいて、前記空間に存在する物体の解析処理を行う信号処理部（40）と、前記信号処理部の解析結果に基づいて、前記送信部および受信部の制御を行う制御部（50）とを有する短パルスレーダにおいて、

前記受信部の検波回路が、

前記受信アンテナで受信された信号を同相分岐する分岐回路（34）と、

前記分岐回路によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器（35）と、前記線形乗算器の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ（36）とによって構成されている。

【0024】

また、本発明の請求項2の短パルスレーダは、請求項1記載の短パルスレーダにおいて

、前記線形乗算器がギルバートミキサで構成されていることを特徴としている。

【0025】

また、本発明の請求項3の短パルスレーダは、請求項1または請求項2記載の短パルスレーダにおいて、

前記受信部は、

前記検波回路の出力信号に対する積分を行い、その積分結果を保持出力するサンプルホールド回路（37）を有していることを特徴としている。

【0026】

また、本発明の請求項4の短パルスレーダは、請求項3記載の短パルスレーダにおいて

、前記制御部が、前記サンプルホールド回路の積分開始タイミングおよび積分時間を前記信号処理部の処理結果に基づいて可変制御することを特徴としている。

【0027】

また、本発明の請求項5の短パルスレーダは、請求項3または請求項4記載の短パルスレーダにおいて、

前記サンプルホールド回路が複数設けられ、該各サンプルホールド回路が、前記検波回路の出力信号に対してそれぞれ異なる期間の積分を行うことを特徴としている。

【0028】

また、本発明の請求項6の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5記載の短パルスレーダにおいて、

前記送信部には、前記短パルス波を增幅する電力増幅器（25）が設けられ、

前記受信部には、前記受信アンテナで受信された信号を增幅するLNA（32）が設けられ、

前記制御部は、前記検波回路に入力される信号のレベルが前記線形乗算器の線形動作範囲内となるように、前記電力増幅器とLNAの少なくとも一方の利得を制御することを特徴としている。

【0029】

また、本発明の請求項7の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6記載の短パルスレーダにおいて、

前記送信部には、所定幅のパルス信号を発生するパルス発生器（23）と、該パルス発生器からパルス信号が入力されている期間だけ発振動作して短パルス波を出力し、パルス信号が入力されていない期間は発振動作を停止する発振器（24）とを有していることを特徴としている。

【0030】

また、本発明の請求項8の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7記載の短パルスレーダにおいて、

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内に、前記送信部への電源供給を停止させることを特徴としている。

### 【0031】

また、本発明の請求項9の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8記載の短パルスレーダにおいて、

前記制御部は、前記送信部が短パルス波を空間に放射してから次の短パルス波を放射するまでの期間内で、且つ放射された短パルス波についての反射波を受信するための期間を除く期間に、前記受信部への電源供給を停止させることを特徴としている。

### 【0032】

また、本発明の請求項10の短パルスレーダは、請求項1または請求項2または請求項3または請求項4または請求項5または請求項6または請求項7または請求項8または請求項9記載の短パルスレーダにおいて、

前記受信部が、それぞれの受信アンテナを離間させた状態で2組設けられており、

前記信号処理部は、前記2組の受信部の出力信号に基づいて、前記空間に存在する物体の方向を解析することを特徴としている。

### 【発明の効果】

### 【0033】

このように、本発明の短パルスレーダでは、受信した信号同士を線形乗算器で乗算してその自乗成分を求め、その自乗成分からフィルタによってベースバンド成分を抽出することで反射波を検波しているので、検波のためのローカル信号が不要となり、構成が簡単化され、小型で且つ電力消費の少ないシステムを実現できる。

### 【0034】

また、本発明の短パルスレーダは、従来のような相関処理とは異なり、受信波の電力を積分する方式であるので、人体等のように送信パルスと受信パルスの波形が大きく異なる、所謂分散性の大きいターゲットの検出に適している。

### 【0035】

さらに、本発明の短パルスレーダでは、送信部において、パルスが入力されている期間のみ発振動作をして短パルス波を出力する発振器を用いることで、残留キャリアを発生させないようにしている。このような送信波に対して従来の直交検波方式では、ローカル信号が断続する際の過渡応答により特性が不安定となる等の問題が生じるが、本発明では、検波特性が基本的に送信波形に依存しない自乗検波方式であり、上記のような送信パルスの検出に問題なく適用できる。即ち、上記のように残留キャリアを発生させない短パルス発生方式と自乗検波方式とを組合せることにより、簡易な構成で、且つ様々な散乱特性を有するターゲットの検出に適した短パルスレーダを実現することができる。

### 【発明を実施するための最良の形態】

### 【0036】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明を適用した短パルスレーダ20の構成を示している。

### 【0037】

この短パルスレーダ20は、送信部21、受信部30、信号処理部40および制御部50によって構成されている。

### 【0038】

送信部21は、制御部50から所定周期Tgで出力されるトリガ信号Gを受ける毎に、所定幅Tp（例えば1ns）で所定キャリア周波数Fc（例えば26GHz）の短パルス波Ptを生成して送信アンテナ22から空間1へ放射する。なお、送信アンテナ22を受信アンテナ31と共に用する場合もある。

### 【0039】

この送信部21は、図1に示しているように、トリガ信号Gに同期した幅Tpのパルス信号Paを発生するパルス発生器23、パルス信号Paを受けている間Tpだけキャリア

周波数F<sub>C</sub>の信号を発振出力する発振器24と、発振器24の出力信号を增幅して送信アンテナ22に供給する電力増幅器25と、帯域外不要放射を抑圧するバンドリジェクションフィルタ(BRF)26とを有している。

#### 【0040】

発振器24には、いくつかの構成が考えられる。図2はその一つの構成例を示しており、入力共通のAND回路とNAND回路とが一体化されたゲート回路24a、そのゲート回路24aの入力部に接続されたエミッタフォロア型の入力バッファ24b、24c、ゲート回路24aの出力部に接続された出力バッファ24dおよびゲート回路24aの反転出力を遅延して一方の入力バッファ24bに入力する遅延回路24eとを有している。

#### 【0041】

この構成の発振器24では、図3の(a)に示す周期T<sub>g</sub>のパルス信号P<sub>a</sub>が入力バッファ24cに入力されている間、図3の(b)のように、所定周波数(キャリア周波数)の矩形波の信号P<sub>b</sub>がバースト状に発振出力される。

#### 【0042】

この出力信号P<sub>b</sub>の周波数は、入力バッファ24bおよびゲート回路24aの出入力遅延時間と、遅延回路24eの遅延時間との合計で決まるが、入力バッファ24bおよびゲート回路24aの出入力遅延時間は一般的に回路素子に依存して決まる固定値であるので、ここでは、遅延回路24eの定数の一部を可変できるように構成し、この定数を調整して、発振周波数を前記UWBのほぼ中心(例えば26GHz)に設定している。

#### 【0043】

また、発振器24の他の構成例としては、図4のように、増幅器24fと、その増幅器24fの負荷としての共振器24gと、増幅器24fの出力を入力側に正帰還させる帰還回路24hとにより共振器24gの共振周波数(例えば26GHz)で発振動作する発振回路を形成し、さらに増幅器24fの入力側(出力側でもよい)とアースラインの間に、パルス信号P<sub>a</sub>により開閉制御可能なスイッチ24iを設ける。

#### 【0044】

この構成の発振器24では、パルス信号P<sub>a</sub>が入力している期間だけスイッチ24iが開いて発振動作し、パルス信号P<sub>a</sub>が入力していない期間はスイッチ24iが閉じて帰還ループの一端がアースラインに短絡されて、発振動作が停止する。

#### 【0045】

なお、ここでは、増幅器24fの入力側とアースラインの間をスイッチ24iにより短絡、開放しているが、増幅器24fの出力側とアースラインの間をスイッチ24iにより短絡、開放してもよい。

#### 【0046】

これらいずれの構成の発振器24を用いた送信部21は、パルス信号P<sub>a</sub>によって発振器24の発振動作そのものを制御する構成であるので、原理的にキャリア漏れは発生しない。したがって、UWBの使用に際して規定されている電力密度の制限は、発振時に出力される短パルス波の瞬時パワーについてのみ考慮すればよく、規定されている電力を最大限有効に使用できる。

#### 【0047】

なお、上記した図2、図4の発振器24の構成は一例であり、他の回路構成、例えば、発振回路の電源(電流源等)をパルス信号P<sub>a</sub>によりオンオフすることによっても、上記のようなキャリア漏れのないバースト波を得ることができる。

#### 【0048】

なお、このバースト波を得るために従来はスイッチ等を用いてキャリア信号をパルス変調する方式が用いられていたが、この従来方式はオフ時のアイソレーションが完全でなく、しかも短パルスレーダではオン時よりオフ時の時間が圧倒的に長いため、大きな残留キャリア電力が発生する。この問題を解決するために、上記残留キャリアを、ドップラーレーダ用に割り当てられている24.05GHzから24.2GHzの狭帯域のバンドに避難させることも考えられている。

## 【0049】

しかし、この場合、近くにE E S S（地球探査衛星）のパッシブセンサを保護するための電波発射禁止帯があり、このバンドへの深刻な干渉が懸念されている。

## 【0050】

これに対し、上記のように、発振動作そのものをオンオフ制御してオフ時の残留キャリアを原理的に発生させない方式を採用することで、周波数の設定は規定のスペクトルマスク内で自由となり、上記電波発射禁止帯との干渉を十分に避けるように周波数の設定をすることができる。

## 【0051】

発振器24から出力される信号Pbは、電力増幅器25により増幅され、B R F 26を介して送信アンテナ22に供給される。このため、送信アンテナ22からは前記した短パルス波Ptが探査対象の空間1に放射される。なお、電力増幅器25の利得は、制御部50によって可変できるようになっている。

## 【0052】

一方、受信部30は、空間1の物体1aからの反射波Prを受信アンテナ31を介して受信し、その受信信号RをL N A（低雑音増幅器）32により増幅した後、帯域幅2GHz程度のバンドパスフィルタ（B P F）41により帯域制限し、その帯域制限された反射信号R'を検波回路33によって検波する。L N A 32の利得は、制御部50によって可変できるようになっている。

## 【0053】

検波回路33は、B P F 41から出力される反射信号R'を同相（0°）分岐する分岐回路34と、その同相分岐された反射信号同士を線形乗算する線形乗算器35と、整形乗算器35の出力信号からベースバンド成分Wを抽出する低域通過フィルタ（L P F）36とによって構成されている。

## 【0054】

線形乗算器35には、二重平衡ミキサを用いる等いくつかの方式があるが、高速動作をするものとして、ギルバートミキサを用いて構成する方法が考えられる。

## 【0055】

ギルバートミキサは、図5に示すように、3組の差動増幅器35a、35b、35cからなり、差動増幅器35aに第1信号V1を差動入力し、その負荷側に接続された2組の差動増幅器35b、35cに第2信号V2を差動入力すると、第1信号V1と第2信号V2の積に等しい信号成分のみを負荷抵抗R3、R4から出力する。

## 【0056】

この構成の線形乗算器35に、例えば図6の(a)のような正弦状の信号S(t)を同相でバースト状に入力すると、その出力信号は、図6の(b)のように、入力信号S(t)を2乗した波形となり、その包絡線(ベースバンド)Wは、入力信号S(t)の電力に比例している。

## 【0057】

このように複数の差動増幅器からなる線形乗算器35は、M M I Cで極めて小型に構成することができ、しかも、ローカル信号を供給する必要がないので、電力消費が少なくて済む。

## 【0058】

この回路構成の従来の線形乗算器の応答特性は、U W Bで使用するには十分と言えなかったが、本願発明者らは、入出力のインピーダンス整合やピーリング補正等により、この回路構成の線形乗算器35の応答特性を改善して、U W Bで使用可能なものを実現している。

## 【0059】

図7～図9は、本願発明者らによって実現された線形乗算器35の特性例を示している。  
。

## 【0060】

図7は、線形乗算器35の周波数特性の測定結果であり、-3 dB以内の帯域がほぼ27 GHzまで伸びており、UWBの中心をキャリア周波数とする短パルスレーダに十分な適応性を有していることが判る。

#### 【0061】

また、図8は、パルス幅1 nsの入力信号に対する線形乗算器35の出力を低域通過フィルタ36によって7 GHzの帯域制限をして得られたベースバンド成分Wの観測波形であり、観測用オシロの演算機能で得られた平均立ち上がり時間は約59 ps、平均立ち下がり時間は約36 psとなっており、極めて高速な応答特性を有していることが判る。

#### 【0062】

また、図9は、線形乗算器35の入出力特性の測定結果であり、入力レベルが-30 dBmから-5 dBmまでの広い範囲で直線性が得られており、入力信号レベルをこの範囲内にコントロールすれば、線形乗算器35の出力は入力信号の電力を正確に示すことになる。

#### 【0063】

検波回路33で得られたベースバンド信号Wは、サンプルホールド回路37に入力される。サンプルホールド回路37は、図10にその原理図を示すように、抵抗R37aとコンデンサC37bによる積分回路にスイッチS37cを介してベースバンド信号Wを入力する構成を有しており、パルス発生器38からのパルス信号Pcがハイレベル（ローレベルでもよい）の間、スイッチS37cを閉じてベースバンド信号Wを積分し、パルス信号Pcがローレベルになると、スイッチS37cを開いて積分結果を保持する。

#### 【0064】

なお、ここではサンプルホールド回路37のサンプリングの周期、即ち、パルス信号Pcの周期をトリガ信号Gの周期に等しいものとして説明するが、サンプリングの周期は、トリガ信号Gの周期Tgの整数倍であってもよい。

#### 【0065】

パルス発生器38は、トリガ信号Gに同期する信号G'（トリガ信号Gそのものであってもよい）を受け、信号Gに対して制御部50で指定された時間Tdだけ遅延し、且つ制御部50で指定された幅Tcのパルス信号Pcを生成して、サンプルホールド回路37に出力する。

#### 【0066】

サンプルホールド回路37で積分されて保持された信号Hは、その保持直後にA/D変換器39によってデジタル値に変換され、信号処理部40に入力される。

#### 【0067】

信号処理部40は、受信部30で得られた信号Hに基づいて、空間1に存在する物体1aについての解析を行い、その解析結果を図示しない出力機器（例えば表示器、音声発生器）によって報知し、また制御に必要な情報を制御部50に通知する。

#### 【0068】

制御部50は、この短パルスレーダ20について予め決められたスケジュールにしたがって、あるいは、信号処理部40の処理結果に応じて、送信部21および受信部30に対する各種制御を行う。

#### 【0069】

次に、この短パルスレーダ20の一つの動作例について説明する。

制御部50は、探査初期において、電力增幅器25の利得を規定値に設定し、LNA32の利得を例えば最大に設定し、周期Tg（例えば10 μs）のトリガ信号Gを送信部21に与えて、図11の(a)のような、幅Tp（例えば1 ns）のパルス信号Paを発振器24に入力させ、送信部21から図11の(b)に示すように、キャリア周波数Fc（例えば26 GHz）で幅Tpの短パルス波Ptを空間1へ放射させる。

#### 【0070】

このとき、送信部21に対する電源供給は、制御部50によって短パルス波Ptの出力期間だけ（あるいはその期間を含むごく限られた期間のみ）なされる。送信部21に電源

供給されている時間は、全体のほぼ  $1/1000$  であるので、無駄な電力消費が発生しない。

#### 【0071】

送信部 21 から放射された短パルス波  $P_t$  は、空間 1 に存在する物体 1a で反射し、その反射波  $P_r$  が、例えば図 11 の (c) のように、各短パルス波  $P_t$  の送信タイミングから物体 1a までの往復距離に応じた時間  $T_x$  だけ遅延して受信アンテナ 31 で受信される。

#### 【0072】

受信部 30 では、この受信信号  $R$  を LNA 32 によって増幅した後、BPF 41 により帯域制限して雑音電力を低減し、その出力信号  $R'$  を検波回路 33 の線形乗算器 35 と低域通過フィルタ 36 により検波して、図 11 の (d) のようなベースバンド成分  $W$  を検出する。

#### 【0073】

一方、サンプルホールド回路 37 には、図 11 の (e) のように、幅  $T_c$  (例えは  $1\text{ n s}$ ) のパルス信号  $P_c$  が、短パルス波  $P_t$  の各送信タイミングから  $T_d$ 、 $2T_d$ 、 $3T_d$ 、…ずつ遅れて入力される。なお、ここでは、遅延時間  $T_d$  がパルス  $P_c$  の幅と等しい場合で説明する。

#### 【0074】

また、探査対象の空間 1 の遠端までの距離を  $15\text{ m}$  以内とするとその  $15\text{ m}$  を電波が往復するための時間はほぼ  $100\text{ n s}$  であるので、短パルス波  $P_t$  の送信タイミングから最大で  $100T_d$  まで遅延することで、 $15\text{ m}$  以内からの反射波をカバーすることができる。

#### 【0075】

図 11 に示しているように、1 回目から 3 回目までのパルス信号  $P_c$  は、ベースバンド成分  $W$  と重なり合わないため、サンプルホールド回路 37 はノイズ成分のみを積分することになり、その積分結果および保持値はほぼゼロとなる。

#### 【0076】

そして、4 回目および 5 回目のパルス信号  $P_c$  がベースバンド成分  $W$  と重なり合うと、図 11 の (f) のように、パルス信号  $P_c$  のハイレベル期間内でベースバンド信号  $W$  が積分され、その積分結果  $H_1$ 、 $H_2$  が保持され、図 11 の (g) のように、デジタル値に変換されて信号処理部 40 に出力される。

#### 【0077】

信号処理部 40 は、この保持値  $H_1$ 、 $H_2$  に基づいて、物体 1a までの距離、物体の大きさなどを検出する。

#### 【0078】

例えば、所定レベル以上の保持値  $H$  が入力されたとき、それが何回目のサンプリングで得られたかにより、物体までの距離を検出する。また、所定レベル以上の保持値  $H$  が連続する場合には、その連続する回数などにより、物体の大きさを検出する。

#### 【0079】

この検出情報は制御部 50 に通知される。制御部 50 は、例えば通知された検出情報が、物体までの距離が近く、反射波  $P_r$  の強度が大きいことを示しているときには、検波回路 33 の入力レベルが、線形乗算器 35 の線形動作範囲内となるように、LNA 32 の利得を下げ、また、必要であれば電力増幅器 25 の利得も下げて、次の探査において、より正確なベースバンド成分  $W$  を検出させる。

#### 【0080】

また、探査空間 1 の遠端近傍からの弱い反射波を解析する必要がある場合には、電力増幅器 25 の利得を上げる。

#### 【0081】

また、サンプルホールド回路 37 の積分時間  $T_c$  についても探査対象の空間 1 の状態や物体 1 の大きさなどに応じ適宜可変して、必要な探査情報を得る。

## 【0082】

なお、ここでは、送信部21については、短パルス波P<sub>t</sub>を放射するときだけ電源を供給し、受信部30については電源の供給を停止していないが、前記したように探査範囲に対応する時間が100nsで短パルス波の放射周期T<sub>g</sub>が10μsの場合、その周期T<sub>g</sub>内の1/100程度しか利用していないので、その残りの期間、受信部30に対する電源供給を停止させてもよく、このようにすればさらに電力消費を低減できる。

## 【0083】

また、例えば100回の短パルス波P<sub>t</sub>の放射で、所定レベル以上の保持出力Hが得られない場合、信号処理部40は探査範囲内に障害となる物体がないと判断し、これを制御部50に通知する。

## 【0084】

この通知を受けた制御部50は、一定期間（例えば1ms）、送信部21および受信部30への電源供給を停止させ、その一定時間経過後に再び上記の動作を繰り返す。

## 【0085】

このような電源の供給制御により、消費電力を非常に小さくすることができ、電池駆動に対応でき、携帯利用が可能となる。

## 【0086】

上記説明では、サンプルホールド回路37において、短い積分時間でその積分タイミングをずらしながら探査しているが、例えば、探査初期段階で積分時間を探査距離に対応した時間（例えば100ns）に設定（フルレンジ設定）しておけば、1回の短パルスの放射で、物体の有無などを速やかに把握できる。

## 【0087】

ただし、上記したように積分型のサンプルホールド回路37では、リークによる放電があるので、長い時間の電圧保持が困難になる。

## 【0088】

このような場合には、図12に示すように、複数（この例では4つ）のサンプルホールド回路37A～37Dを並列に設け、各サンプルホールド回路37A～37Dが、検波回路33の出力信号Wに対してそれぞれ異なる期間の積分を行いうようにパルス信号P<sub>C</sub>を与えるべき。

## 【0089】

つまり、上記数値例でいえば、全体の積分時間T<sub>e</sub>は100nsであるので、各サンプルホールド回路37A～37Dに対して幅が25ns（=T<sub>e</sub>/4）でそれぞれ25ns（=T<sub>e</sub>/4）ずつ遅延したパルス信号P<sub>C</sub>をパルス発生器38'から与え、サンプルホールド回路37A～37Dの保持値H<sub>a</sub>～H<sub>d</sub>をそれぞれA/D変換器39A～39Dによってデジタル値に変換して信号処理部40に出力すればよい。

## 【0090】

また、上記のように検波回路としてローカル信号を用いる必要がないため、図13に示すダイバシティ方式の短パルスレーダ20'も極めて容易に実現できる。

## 【0091】

この短パルスレーダ20'では、互いの受信アンテナ（図示せず）が離間した状態の2組の受信部30A、30BとA/D変換器39A、39Bを設けて、物体1aから異なる方向に反射された反射波P<sub>r</sub>、P<sub>r'</sub>を各受信部30A、30Bで受信検波して、その検波出力の遅延時間差を検出することにより、物体1aの方向や移動方向等を把握することができる。このように複数の受信部30A、30Bを設けた場合でも、ローカル信号の引き回しやシールドなどが不要で、それぞれ独立した検波回路で検波することができ、装置設計が非常に容易となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0092】

【図1】本発明の実施形態の構成を示す図

【図2】実施形態の要部の構成例を示す図

- 【図 3】実施形態の要部の動作説明図
- 【図 4】実施形態の要部の他の構成例を示す図
- 【図 5】実施形態の要部の構成例を示す図
- 【図 6】実施形態の要部の動作説明図
- 【図 7】実施形態の要部の特性を示す図
- 【図 8】実施形態の要部の特性を示す図
- 【図 9】実施形態の要部の特性を示す図
- 【図 10】実施形態の要部の基本構成を示す図
- 【図 11】実施形態の動作説明図
- 【図 12】本発明の他の実施形態の構成例を示す図
- 【図 13】本発明の他の実施形態の構成例を示す図
- 【図 14】パルスレーダの基本構成図
- 【図 15】従来のパルスレーダの検波回路の構成例を示す図

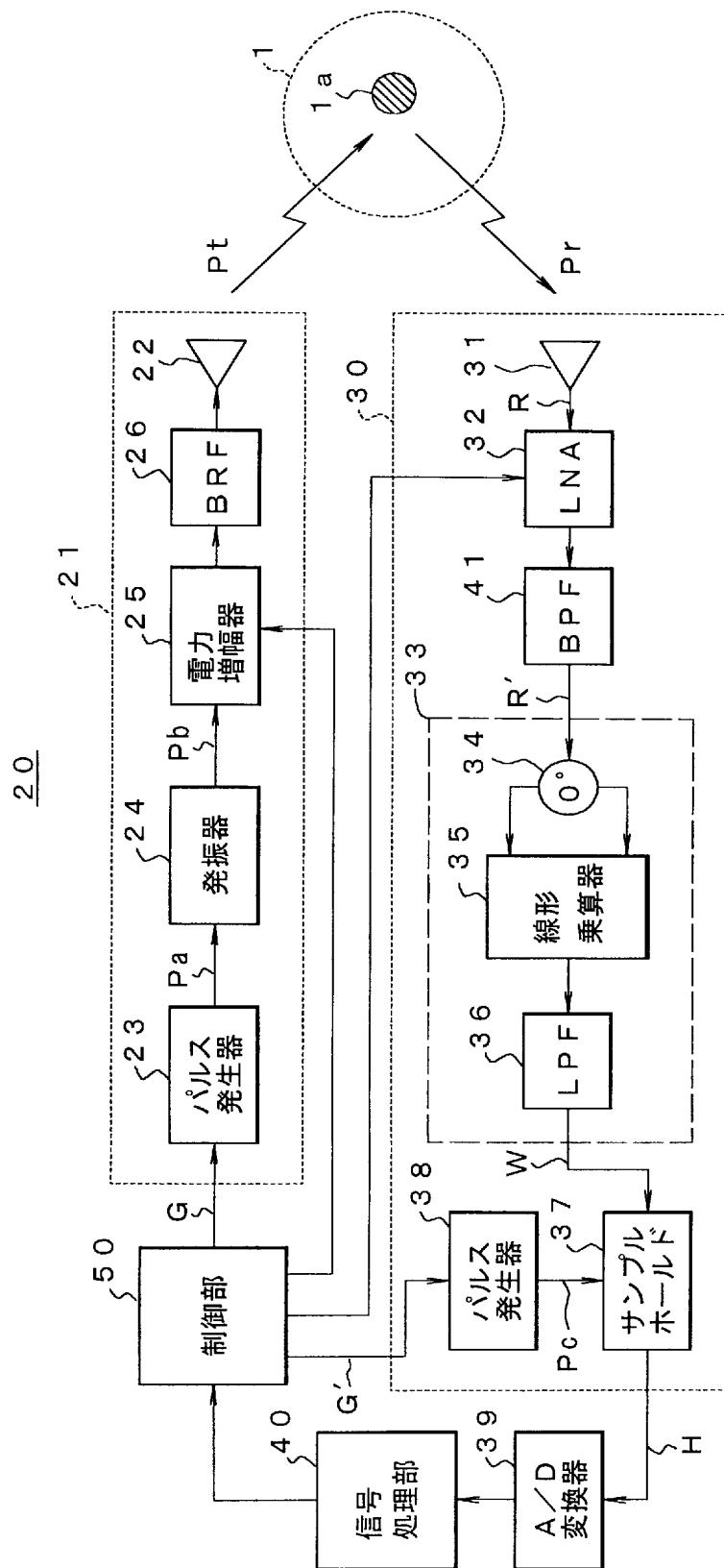
【符号の説明】

【0093】

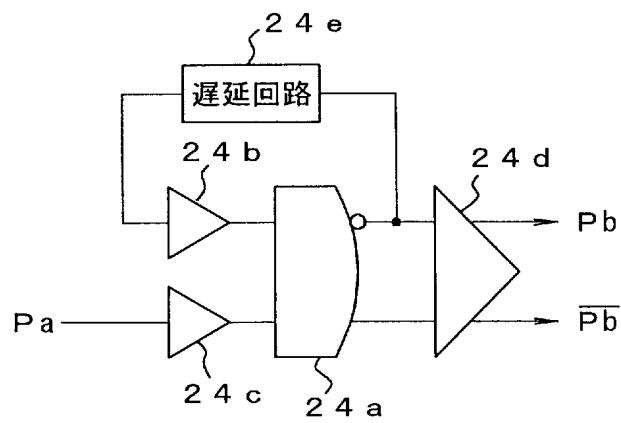
1 … 空間、 1 a … 物体、 2 0、 2 0' … 短パルスレーダ、 2 1 … 送信部、 2 2 … 送信アンテナ、 2 3 … パルス発生器、 2 4 … 発振器、 2 5 … 電力増幅器、 2 6 … バンドリジエクションフィルタ（B R F）、 3 0、 3 0 A、 3 0 B … 受信部、 3 1 … 受信アンテナ、 3 2 … L N A、 3 3 … 検波回路、 3 4 … 分岐回路、 3 5 … 線形乗算器、 3 6 … 低域通過フィルタ（L P F）、 3 7、 3 7 A～3 7 D … サンプルホールド回路、 3 8、 3 8' … パルス発生器、 3 9、 3 9 A～3 9 D … A／D変換器、 4 0 … 信号処理部、 4 1 … バンドバスフィルタ（B P F）、 5 0 … 制御部

【書類名】 図面

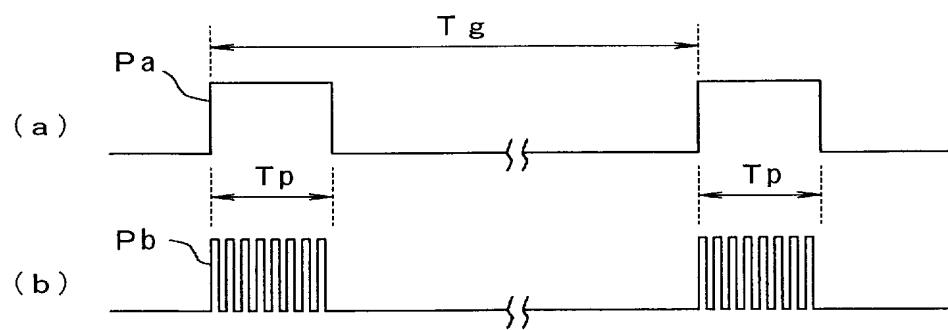
【図 1】



【図 2】

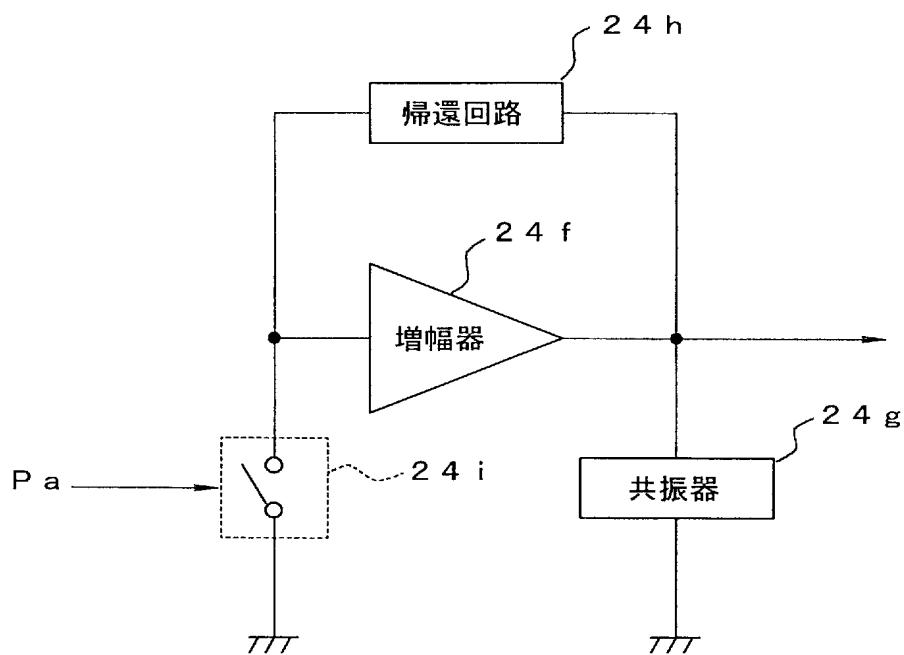


【図 3】



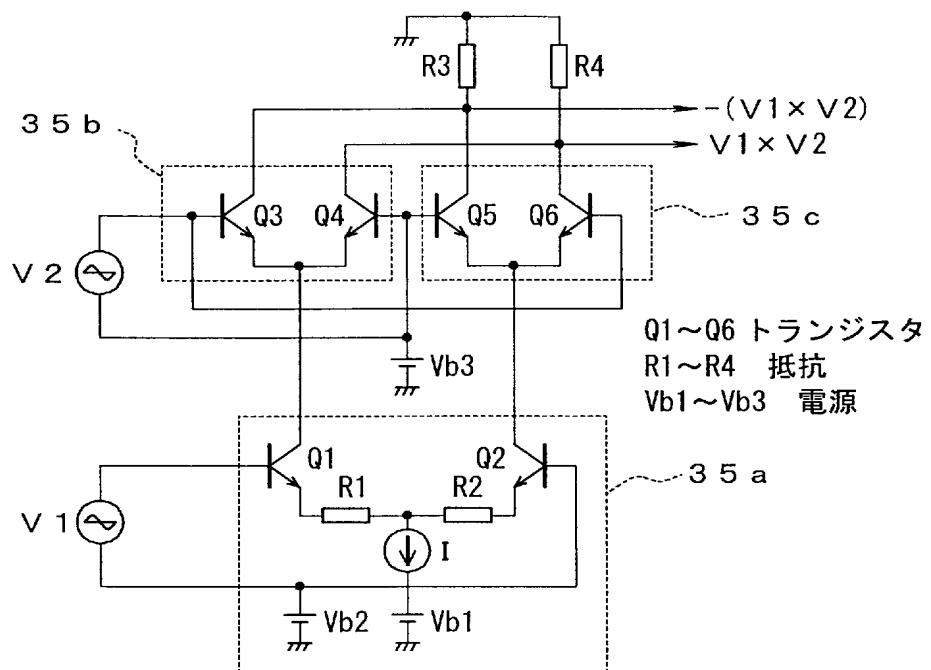
【図 4】

2\_4

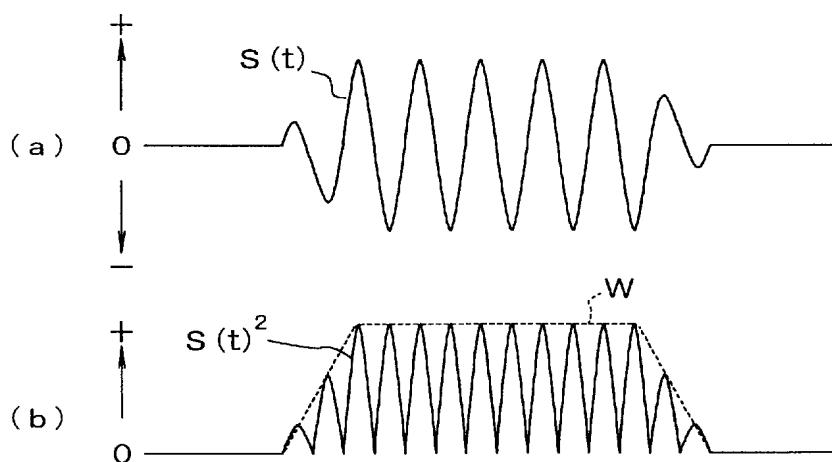


【図 5】

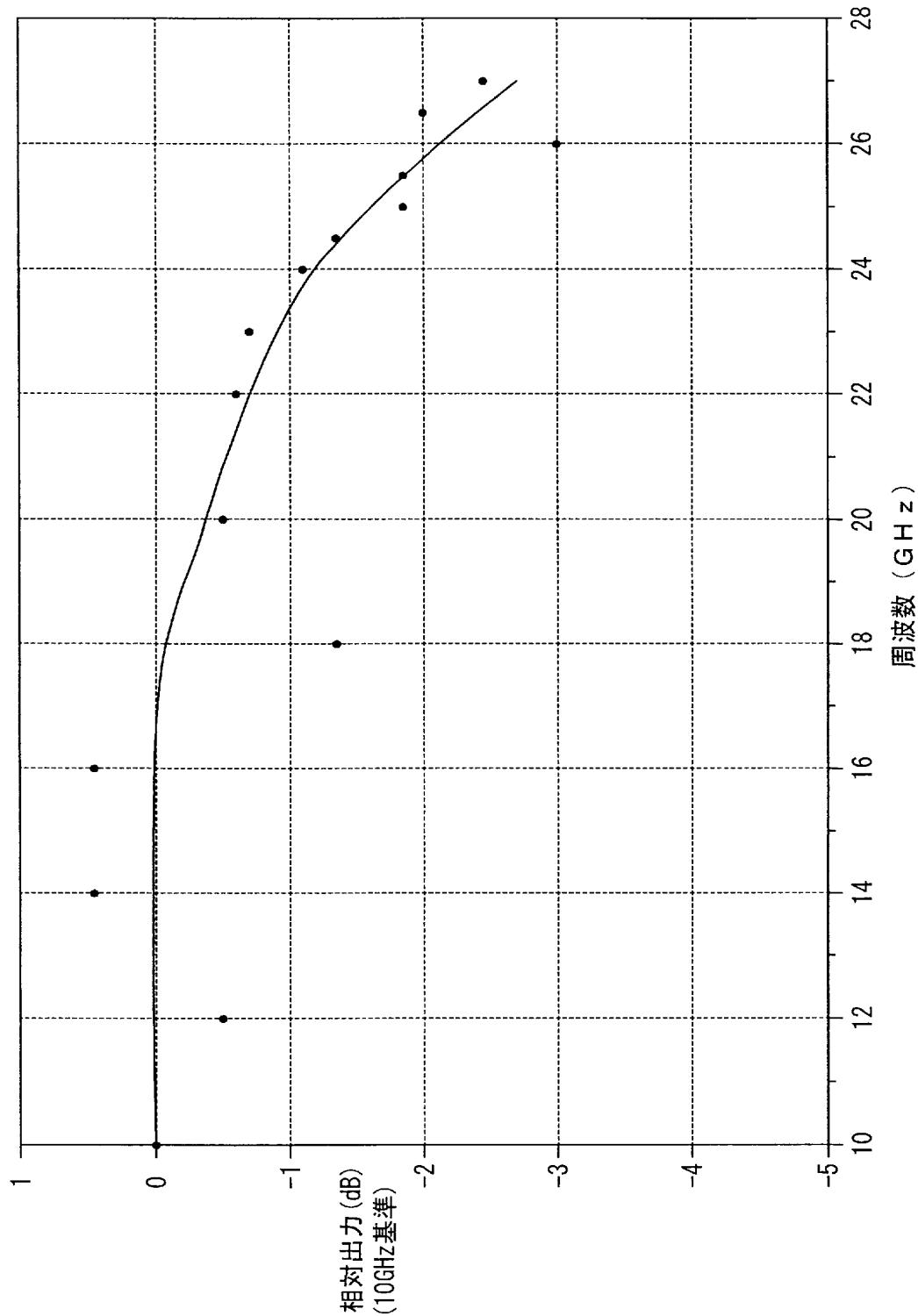
35



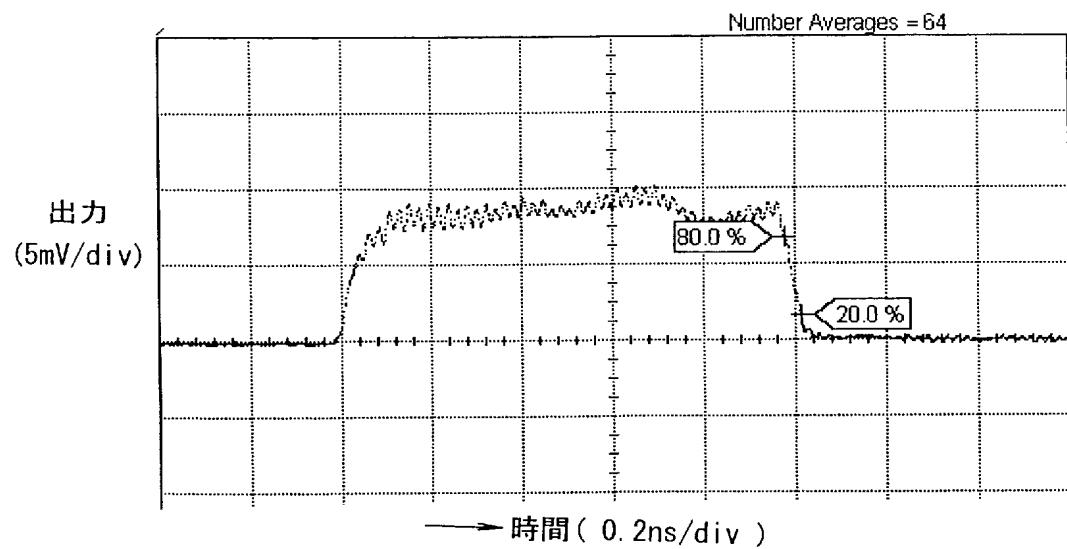
【図 6】



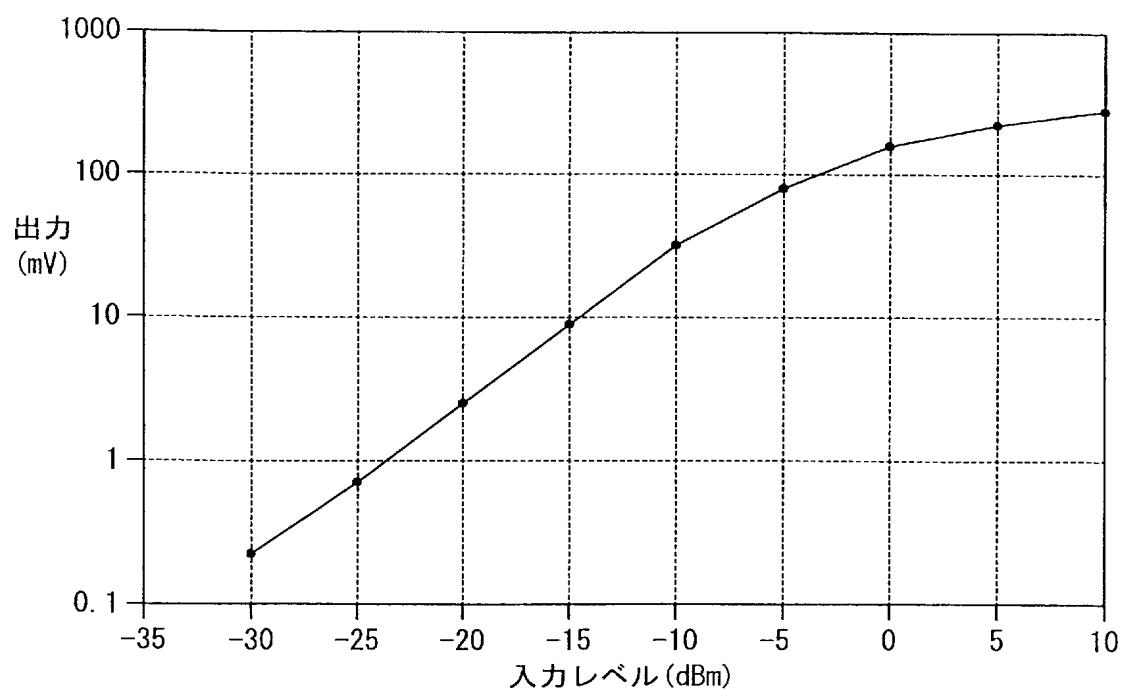
【図 7】

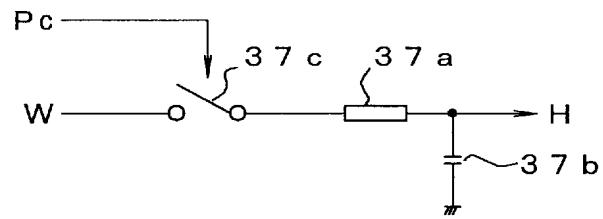


【図 8】

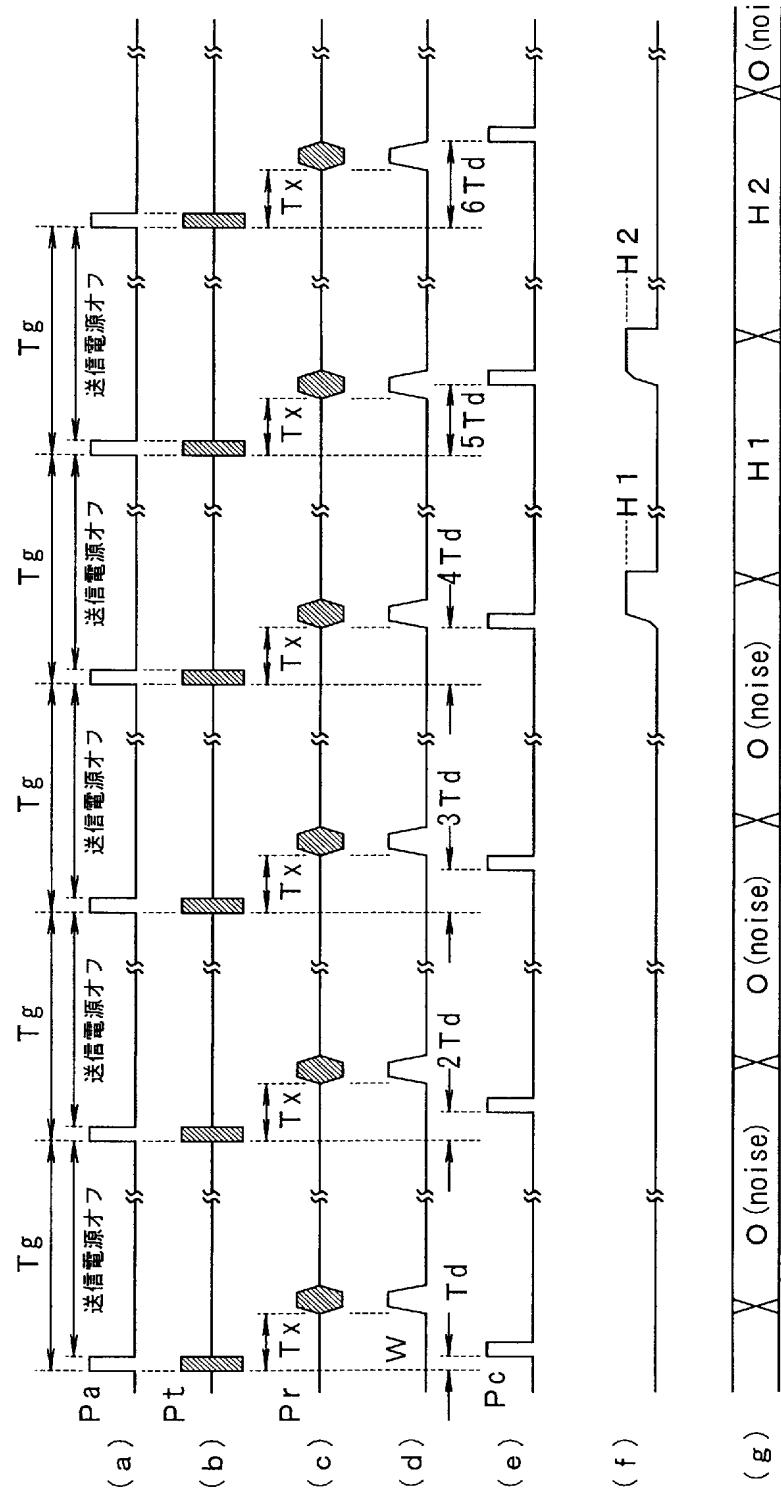


【図 9】

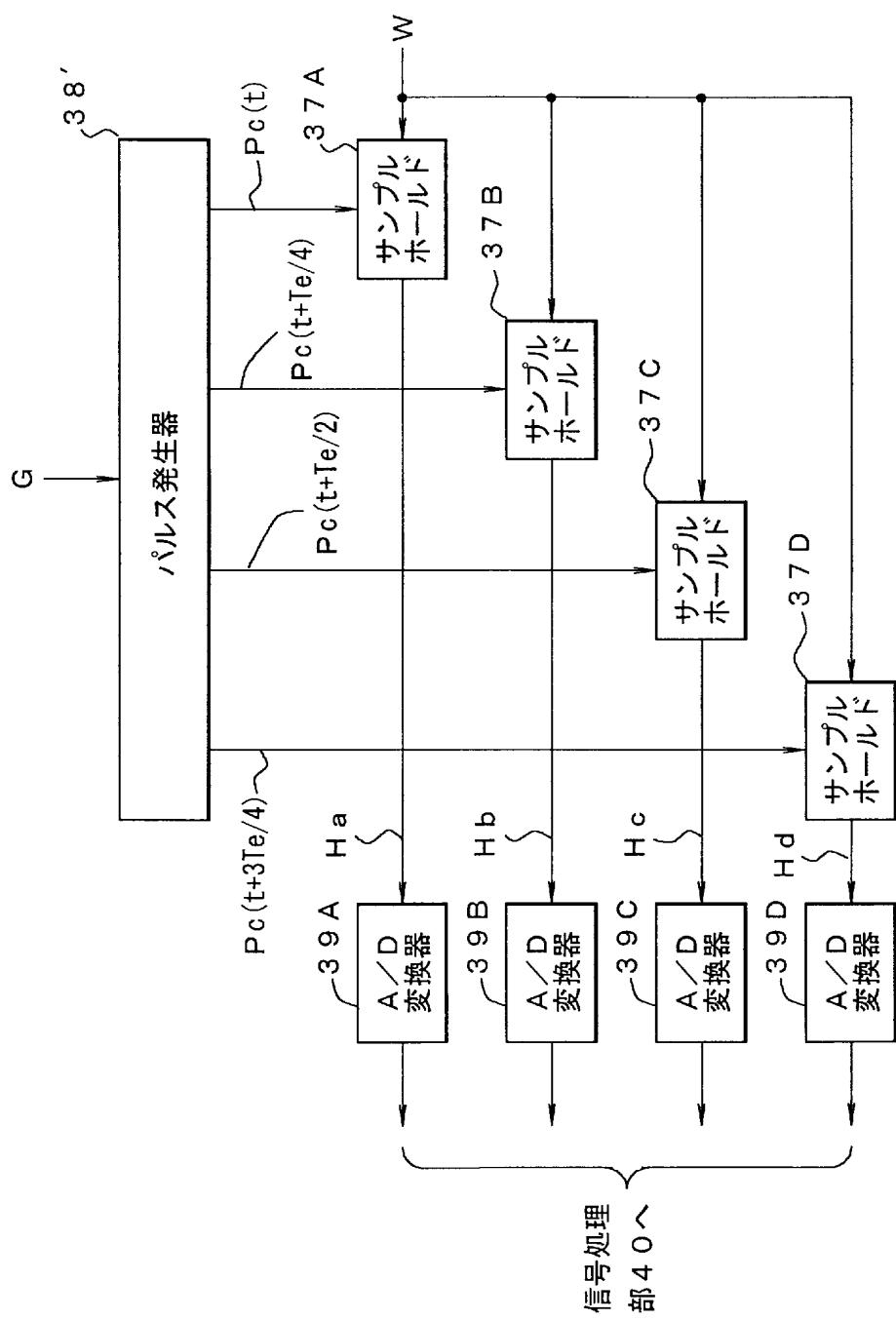


37

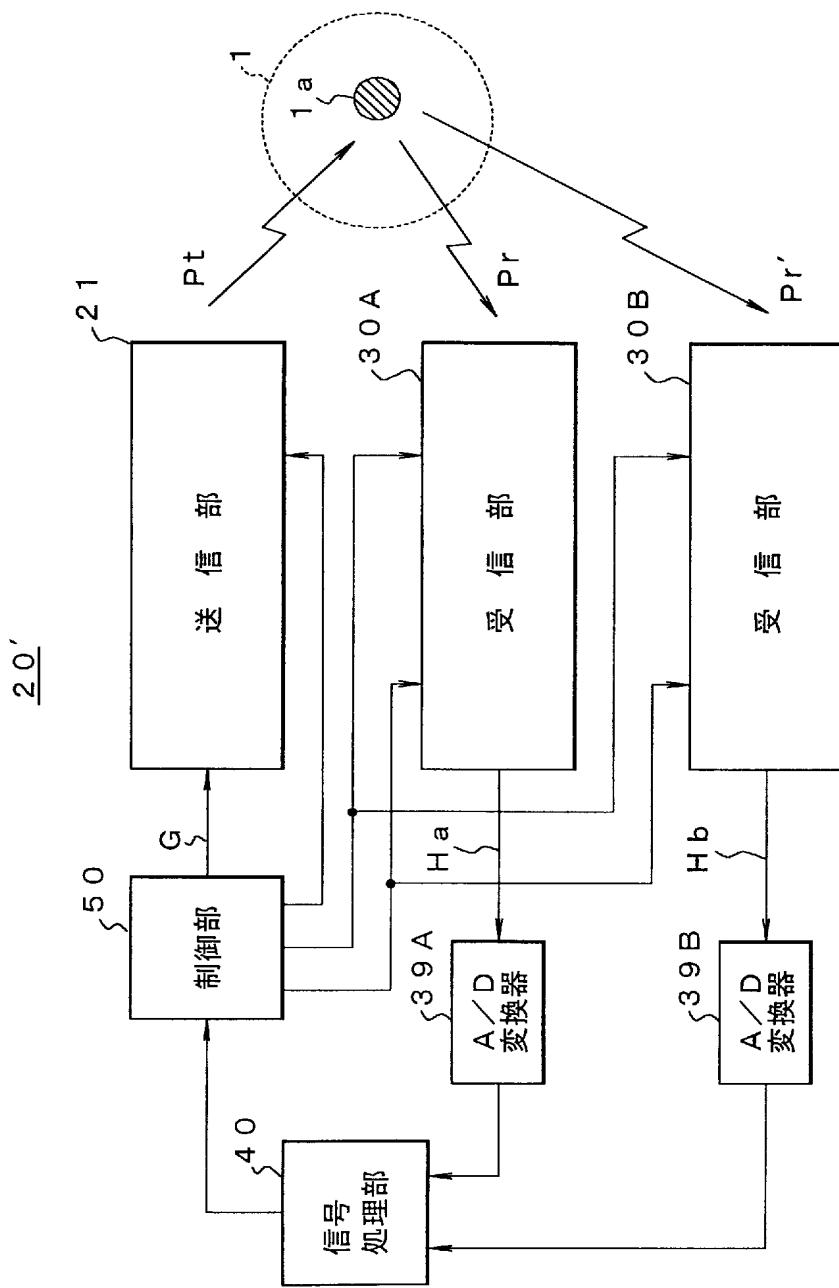
【図 1-1】



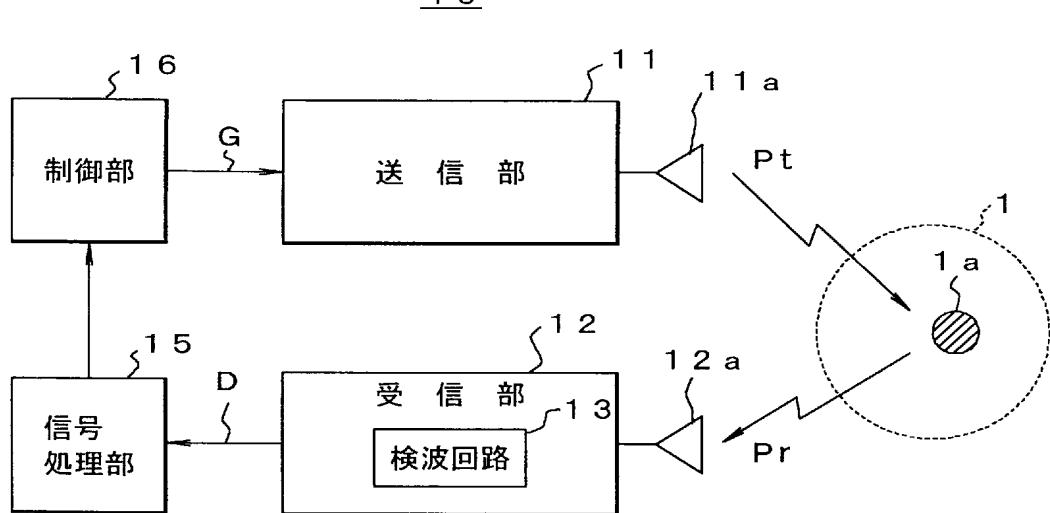
【図 1-2】



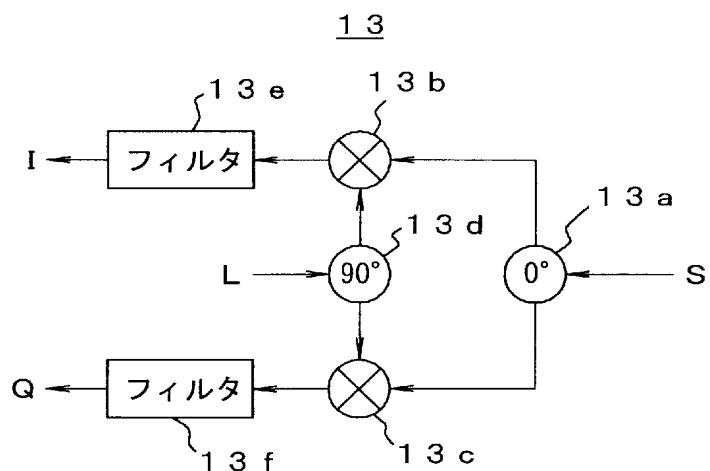
【図 1-3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 UWBで使用可能な小型で且つ消費電力が少ない短パルスレーダを提供する。

【解決手段】 短パルス波を空間1へ放射する送信部21と、空間1に放射された短パルス波の反射波を受信アンテナ31により受信し、検波回路33によって検波する受信部30と、受信部30の出力に基づいて、空間1に存在する物体1aの解析処理を行う信号処理部40と、信号処理部40の解析結果に基づいて、送信部21および受信部30の制御を行う制御部50とを有する短パルスレーダ20において、受信アンテナ31で受信された信号を同相分岐する分岐回路34と、分岐回路34によって同相分岐された信号同士を線形乗算する線形乗算器35と、線形乗算器35の出力信号からベースバンド成分を抽出する低域通過フィルタ36とにより、受信部30の検波回路33を構成した。

【選択図】

図1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 7 2

20030627

住所変更

神奈川県厚木市恩名 1800 番地

アンリツ株式会社

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1006 番地

松下電器産業株式会社